



(19) RU (11) 2 166 665 (13) C1
(51) МПК⁷ F 03 D 3/02

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000104129/06, 21.02.2000

(24) Дата начала действия патента: 21.02.2000

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2001

(46) Дата публикации: 10.05.2001

(56) Ссылки: RU 2039308 C1, 09.07.1995. SU 1657725 A1, 23.06.1991. RU 2008515 C1, 28.02.1994. RU 2029885 C1, 27.02.1995. DE 535624 A, 13.10.1931. WO 90/15927 A1, 27.12.1990.

(98) Адрес для переписки:
191185, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская
22, ВИТУ, бюро по изобретательству и
патентной работе

(71) Заявитель:

Военный инженерно-технический университет

(72) Изобретатель: Толмачев В.Н.,

Боровиков С.Н., Савчук А.Д., Лесина Л.Л.

(73) Патентообладатель:

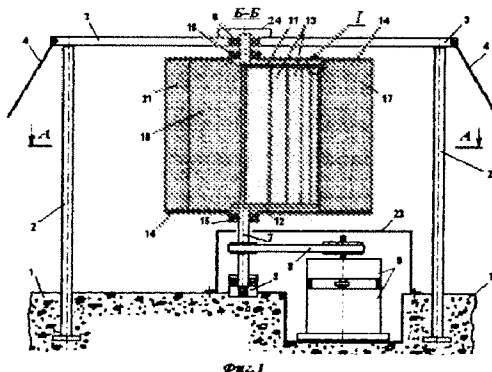
Военный инженерно-технический университет

(54) ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к ветротехнике, а именно к ветродвигателям с вертикальной осью вращения. Технический результат, заключающийся в повышении эффективности и надежности ветродвигателя, обеспечивается за счет того, что в ветродвигателе, содержащем конструкционный каркас с опорными подшипниковыми узлами вертикального вала, кинематически связанного с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, полый направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузorno-диффузорный канал вертикальными стенками, одна из которых вогнута во внутрь аппарата, регулировочное устройство ограничения потока воздуха, согласно изобретению, ветроколесо выполнено полым и состоит из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти под углом к направлению радиуса ветроколеса 0-180°, полый направляющий аппарат имеет внутреннюю вертикальную перегородку, дополнительно образующую

конфузorno-диффузорный канал со входа потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, наружная вертикальная стенка, примыкающая к внутренней продольной перегородке, выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство выполнено в виде центробежного регулятора, взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с полым направляющим аппаратом. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



RU 2 166 665 C1

RU 2 166 665 C1

Изобретение относится к экологически чистой ветроэнергетике, в частности к ветродвигателям, имеющим вертикальную ось вращения, и может быть использовано для выработки электроэнергии или выполнения механической работы, например, для создания электростанций, в местах, где отсутствует электроэнергия и преобладают постоянные ветры.

Известен ветродвигатель [1], содержащий вертикальный вал с кронштейнами и прикрепленные к ним поворотные лопасти, контактирующие с упорами, выполненными в виде установленных вокруг вала плоских панелей, которые своими краями соединены между собой и кронштейнами, причем каждая из вершин углов, образованных соединениями панелей, расположена на оси симметрии соответствующего кронштейна.

Известен ротор ветродвигателя [2], содержащий вертикальную ось с укрепленной на ней рамой, связанную со стойками, на которых расположены лопасти, установленные на горизонтальных осях с возможностью ограниченного поворота, скрепленные под углом одна к другой и имеющие длину, увеличивающуюся от центра к периферии. Ротор дополнительно снабжен поворотными криволинейными лопастями, шарнирно закрепленными в местах соединений горизонтальных осей и стоек.

Недостатками известных устройств по [1] и [2], являются:

- неуравновешенность ротора ветродвигателя, в связи с использованием поворотных лопаток (и, как следствие, меняющийся центр тяжести всего ротора ветродвигателя), которая приводит к биению ротора, особенно, на больших скоростях вращения (при сильном ветре);

- как следствие, биение ротора приводит к большим динамическим нагрузкам на подшипники оси вращения и на каркас ветроустановок в целом, что, в конечном итоге, ведет к снижению надежности и увеличению удельной материалоемкости ветроустановок;

- механические удары поворотных лопастей об упоры (под воздействием ветра, особенно, сильного) приводят к быстрому выходу из строя сопрягаемых деталей, а также создают повышенный шум (стук), что неблагоприятно сказывается на экологической (шумовой) обстановке района установки ветродвигателей и, особенно, на обслуживающем персонале;

- наличие множества поворотных узлов усложняет конструкцию, снижает ее надежность и увеличивает стоимость установок, их обслуживания и ремонта.

Известен ветродвигатель [3], содержащий установленное на вертикальном валу ветроколесо с махами, на периферии которых размещены раскладные прямоугольные лопасти, снабженные "Т"-образные стойками, с ограничителями в виде гибких связей, одни концы которых связаны со стойками, а другие - с соответствующими вершинами лопастей, а также генератор, кинематически связанный с ветроколесом.

Недостатками известного устройства [3] являются: - неуравновешенность ротора, что требует усиления конструкции и увеличивает его материалоемкость и стоимость;

- механические удары (хлопки) лопастей

(особенно, при сильном ветре), которые могут привести к быстрому выходу лопастей из строя и создают повышенные шумы (вредную акустическую обстановку) для обслуживающего персонала ветродвигателя и в районе его установки в целом.

Известна ветроэлектростанция [4], содержащая расположенный на фундаменте вертикальный вал с траверсами с установленными на них лопастями со звездочками, которые связаны соотношением 1:2 цепной передачей с блоком звездочек, соосно размещенным на валу, и электрогенератор, причем вертикальный вал с жестко и соосно закрепленным на нем статором электрогенератора и двумя звездочками установлен с возможностью поворота, а траверсы с лопастями и ротором электрогенератора установлены с возможностью вращения на верхнем конце вала, при этом каждая из звездочек вала связана цепью с одной из половин звездочек лопастей.

Недостатком известного устройства [4] являются:

- динамическая неуравновешенность ротора в результате аэродинамических нагрузок, сложность конструкции и, как следствие, ее низкая надежность и высокая стоимость;

- необходимость частой смазки звездочек с цепными передачами;

- необходимость установки целой системы слежения за направлением ветра и управления поворотом ветроэнергостанции, что дополнительно снижает ее надежность, и приводит к неудобствам при ручном управлении и требует постоянного обслуживающего персонала.

Известен ветряной ротор [5], содержащий центральную ось с установленными на ней верхней и нижними крышками, верхний и нижний пояса, укрепленные на центральной оси стенки-лопасти, образующие равнообъемные сектора, образованные дугой радиуса пояса, с центром на окружности пояса, при этом стенки лопасти выходят за окружность поясов и загнуты под углом к окружности поясов.

Недостатком известного ветряного ротора [5] является его большое гидравлическое сопротивление, так как ротор со стенками-лопастями представляют собой в проекции на перпендикулярную потоку воздуха плоскость сплошной прямоугольник, не пропускающий сквозь себя поток воздуха, что делает проблематичным его установку на судне в качестве движителя (как указано в патенте [5]).

Прототипом предлагаемого изобретения является ветродвигатель [6], содержащий конструкционный каркас с опорными подшипниками вертикального вала, на котором с возможностью вращения установлен полый направляющий аппарат с боковыми стенками, образующими конфузorno-диффузорный канал и, расположенное внутри полого направляющего аппарата, жестко установленное на валу ветроколесо с лопастями.

Недостатками прототипа являются:

- большое аэродинамическое сопротивление ветроколеса;

- низкий эффект флюгирования полого направляющего аппарата с одной вогнутой

стенкой;

невозможность автоматического регулирования мощности ветродвигателя и его защиты от перегрузок при порывах ветра, ураганах и т.д.

Указанные недостатки ставят задачу повышения эффективности и надежности ветродвигателя.

Указанная задача достигается ниже описываемым ветродвигателем, содержащим конструкционный каркас с опорными подшипниковыми узлами вертикального вала, кинематически связанного с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, полый корпус - направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузорно-диффузорный канал вертикальными стенками, одна из которых вогнута во внутрь аппарата, регулировочное устройство ограничения потока воздуха,

ветроколесо выполнено полым и состоит из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти, установленные под углом к направлению радиуса ветроколеса от 0° до 180° ,

полый направляющий аппарат имеет внутреннюю профильную перегородку, дополнительно образующую конфузорно-диффузорный канал соответственно со входа и выхода потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, а наружная стенка, примыкающая к внутренней продольной перегородке выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости с полым направляющим аппаратом,

полый направляющий аппарат в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность, имеющую единый центр с ветроколесом, конфузорная часть полого направляющего аппарата выполнена более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть,

регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси "Г"-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположен груз, а на горизонтальном плече - жестко укреплен фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью полого направляющего аппарата.

Введение полого ветроколеса, жестко установленного на валу и состоящего из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти, необходимо для уменьшения гидравлического сопротивления ветроколеса и повышения его

эффективности.

Введение угла установки лопастей к его радиусу в диапазоне от 0° до 180° , необходимо для выбора оптимального угла установки, который зависит от конфигурации и размеров конфузорно-диффузорного канала полого направляющего аппарата, а также типа и формы лопаток, которые могут быть самых различных видов.

Введение в корпус полого направляющего аппарата внутренней профильной перегородки, дополнительно образующей конфузорно-диффузорный канал соответственно со входа и выхода потока воздуха, и в центре охватывающей ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, необходимо для повышения эффективности направляющего аппарата с ветроколесом в целом, то есть КПД ветродвигателя.

Введение наружной вертикальной стенки, которая примыкает к внутренней профильной вертикальной перегородке полого направляющего аппарата, выполненной выпуклостью наружу, необходимо для повышения способности флюгирования корпуса полого направляющего аппарата в целом.

Выполнение по форме корпуса полого направляющего аппарата так, что он в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность (по крайней мере тремя, из своих четырех углов, - а четвертый угол находится внутри данной окружности), с одним центром с ветроколесом, необходимо для определения зоны вращения полого направляющего аппарата, которая определяет размеры конструкционного каркаса ветродвигателя и возможную зону сквозного (для ветра) ограждения с целью обеспечения безопасности.

Выполнение конфузорной части полого направляющего аппарата более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть, необходимо для повышения способности флюгирования корпуса полого направляющего аппарата в целом.

Введение регулировочного устройства ограничения потока воздуха, выполненного в виде самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости с полым направляющим аппаратом и отклоняющего последний в сторону вращения ветроколеса пропорционально силе ветра (то есть угловой скорости вращения ветроколеса, при ее превышении), необходимо для уменьшения потока воздуха на ветроколесо и его предохранения от перегрузок и поломок.

Выполнение самодействующего центробежного регулятора, установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси "Г"-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположен груз, а на горизонтальном плече - жестко укреплен фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью полого направляющего аппарата, представляет собой один из возможных вариантов (один из простых и надежных вариантов) выполнения

регулятора-устройства ограничения потока воздуха.

Выполнение ветродвигателя в совокупности с вышеизложенными признаками (отличительными признаками формулы изобретения) является новым для ветродвигателей, и, следовательно, соответствует критерию "новизна".

Вышеприведенная совокупность отличительных признаков не известна на данном уровне развития техники и не следует из общеизвестных правил конструирования ветродвигателей и их вспомогательного оборудования, что доказывает соответствие критерию "изобретательский уровень".

Конструктивная реализация ветродвигателя с указанной совокупностью существенных признаков не представляет никаких конструктивно-технических и технологических трудностей, откуда следует соответствие критерию "промышленная применимость".

На фиг. 1 представлен вид ветродвигателя спереди с разрезами подшипниковых узлов и разборного кожуха кинематического соединения по Б-Б.

На фиг. 2 представлен схематический разрез ветродвигателя по А-А (вид сверху).

На фиг. 3а) представлена выноска I в разрезе по фронтальной плоскости и (на фиг. 3б)) по линии В-В (регулирующего устройства ограничения потока воздуха в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора).

Ветродвигатель содержит (фиг. 1) конструкционный каркас, расположенный на основании 1 (бетонной плите, грунте и так далее), и состоит из вертикальных стоек 2, верхней перекладины 3, растяжек 4 и опорных подшипниковых узлов, соответственно, нижнего 5, расположенного на основании 1, и верхнего 6 - в центре перекладины 3. В опорных подшипниковых узлах 5 и 6 установлен вертикальный вал 7, кинематически связанный ременной 8, цепной или другой передачей с потребителем механической энергии 9, например, электрогенератором с редуктором. На валу 7 установлено ветроколесо 10 (фиг. 1 и 2), состоящее из жестко закрепленных на валу 7 соответственно верхнего 11 и нижнего 12 горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти 13. Полый направляющий аппарат 14, охватывающий ветроколесо 10 установлен на валу 7 (с возможностью вращения и флюгирования), соответственно, на нижнем 15 и верхнем 16 подшипниках. Вертикальные стенки (фиг. 2 и 1) образуют конфузорный канал 19 на входе в ветроколесо 10 и диффузорный канал 20 на выходе воздуха из ветроколеса 10. Вертикальная внутренняя стена (перегородка) 18 охватывает ветроколесо 10 своим сектором с углом раскрытия 180°. Стенку 18 с внешней стороны полого направляющего аппарата 14 закрывает вертикальная стенка 21, которая выпукла наружу и образует внутри аппарата 14 между собой и стенкой 18 замкнутую полость 22. Кинематическое соединение 8 вала 7 с потребителем механической энергии 9 (электрогенератором с редуктором) снабжено разборным чехлом 23, необходимым для защиты последних и нижнего подшипникового узла 5 от внешних

воздействий. Верхний подшипниковый узел 6 закрыт крышкой 24. Регулирующее устройство ограничения потока воздуха (фиг. 1 выноска I и фиг. 3а) и фиг. 3б)) содержит установленную в вырезе 25 верхнего диска 11 ветроколеса 10 с возможностью вращения на оси 26, "Г"-образное коромысло 27, на вертикальном плече которого расположен груз 28, а на горизонтальном плече коромысла 27 жестко укреплен фрикционный накладок 29. Для удобства монтажа и регламента ось 26 укреплен пластинами 30 с разъемными соединениями, например винтовыми. Мощность электрогенератора ветродвигателя может составлять от 5 до 100 кВт, в зависимости от размеров электродвигателя. Установка ветроколеса ветродвигателя предпочтительна на высотах, не менее 10-12 метров.

Ветродвигатель работает следующим образом. Поток движущегося воздуха (фиг. 2 и 1), набегая на полый направляющий аппарат 14, благодаря вогнуто-выпуклому (соответственно стенки 17 и 21 аппарата 14) исполнению и использованию эффекта флюгирования, автоматически поворачивает аппарат 14 конфузорным каналом 19 против потока и в таком положении устойчиво удерживается до тех пор, пока ветер не изменит своего направления. Поток входящего воздуха сжимается в конфузорном канале 19 (образованном передними участками стенок 17 и 18), и при этом происходит увеличение скорости потока воздуха и направление его на лопасти 13 ветроколеса 10, от которого ветроколесо 10 получает вращающий момент, который через вал 7 и кинематическую связь 8 передает потребителю механической энергии 9 (электрогенератору с редуктором). Из ветроколеса 10 поток воздуха попадает в диффузорный канал 20, где он расширяется (скорость потока при этом падает) и выходит из аппарата 14. При сильном ветре (или при сильных порывах ветра) ветроколесо 10 начинает вращаться с угловой скоростью, близкой к допустимой (критической), при этом (фиг. 3) груз 28 коромысла 27 центробежной силой отклоняется по радиусу ветроколеса 10 и поднимает свою горизонтальную полку с фрикционной пластиной 29, которая взаимодействует с полым направляющим аппаратом 14 (трет о внутреннюю поверхность верхней крышки аппарата 14) и тем самым поворачивает последний (против силы, создаваемой эффектом флюгирования аппарата 14) в сторону вращения ветроколеса 10, при этом поток воздуха, поступающий в конфузорный канал 19 и, соответственно, на ветроколесо 10 уменьшается и скорость его вращения падает. При сильном постоянном ветре может наступить устойчивое равновесное положение аппарата 14 под некоторым углом к направлению ветра, когда силы трения автоматического центробежного регулятора будут уравновешены аэродинамической силой флюгирования аппарата 14.

При обслуживании ветродвигателя и его ремонте, для обеспечения неподвижности ветроколеса 10 достаточно развернуть аппарат 14 его выпуклой стенкой против направления ветра и зафиксировать его в таком положении каким-либо способом (например, при помощи дополнительных растяжек).

Технико-экономическое преимущество изобретения заключается в том, что по сравнению с прототипом предложенное ветроколесо обладает меньшим гидравлическим сопротивлением и, следовательно, оказывает меньшие нагрузки на вал и конструкционный каркас, что повышает их надежность и долговечность. Уменьшение гидравлического сопротивления ветроколеса, наряду с правильным выбором угла установок лопастей приводит к повышению эффективности ветроколеса (КПД) и ветродвигателя в целом. И этому же способствует наличие в центре полукруглой (охватывающей ветроколесо) дополнительной перегородки 18 (уменьшаются завихрения воздуха после выхода потока из ветроколеса). Выполнение одной из стенок выпуклой, а также конфузорной части аппарата 14 более широкой и короткой, чем его диффузорная часть позволит усилить эффект флюгирования аппарата 14. А это позволит в свою очередь уменьшить размеры аппарата 14, уменьшить его материалоемкость и стоимость, а также уменьшить нагрузку на вал 7 и подшипниковые узлы. Выполнение регулировочного устройства ограничения потока воздуха в виде автоматического центробежного ограничителя позволит предохранить ветродвигатель от перегрузок и поломок и обеспечить высокую надежность и долговечность ветродвигателя в целом, а также при эксплуатации ветродвигателя обойтись минимальным числом обслуживающего персонала. Целью повышения надежности и долговечности служит и использование разборного чехла 23 кинематического соединения вала с преобразователем механической энергии 9, состоящего из электрогенератора с редуктором. Разборный чехол кинематического соединения вала с преобразователем механической энергии необходим для защиты последних от воздействия атмосферных осадков и пыли, а также для оперативного доступа при техническом обслуживании или ремонте.

Источники информации

- 1 - Патент Российской Федерации N 20299885, 6 F 03 D 3/00, 3/06, 27.02.96 г. Бюл. N 6.
- 2 - Патент Российской Федерации N 20299886, 6 F 03 D 3/06, 27.02.96 г. Бюл. N 6.
- 3 - Патент Российской Федерации N 2059877, 6 F 03 D 1/00, 25.02.91 г.
- 4 - Патент Российской Федерации N 2030777, 6 F 03 D 3/02, 7/06, 10.03.95 г. Бюл. N 7.
- 5 - Патент Российской Федерации N 2008515, 5 F 03 D 3/06, 28.02.94 г. Бюл. N 4.
- 6 - Патент Российской Федерации N

2039308, 6 F 03 D 3/02, 09.07.95 г. Бюл. N 19.

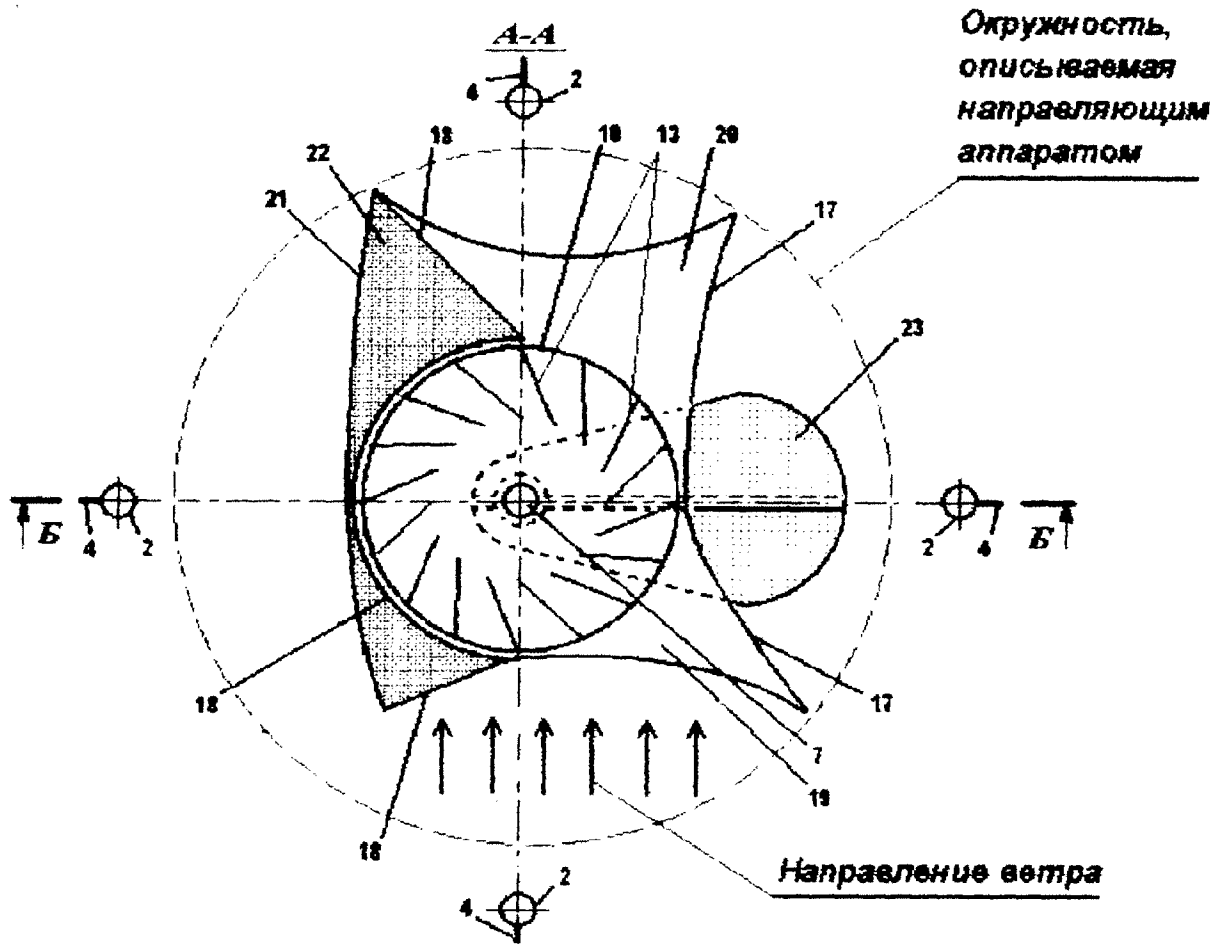
Формула изобретения:

1. Ветродвигатель, содержащий конструкционный каркас с опорными подшипниковыми узлами вертикального вала, кинематически связанного с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, полый направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузорно-диффузорный канал вертикальными стенками, одна из которых вогнута вовнутрь аппарата, регулировочное устройство ограничения потока воздуха, отличающийся тем, что ветроколесо выполнено полым и состоит из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти под углом к направлению радиуса ветроколеса $0 - 180^\circ$, полый направляющий аппарат имеет внутреннюю вертикальную профилированную перегородку, дополнительно образующую конфузорно-диффузорный канал соответственно со входа и выхода потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, а наружная вертикальная стенка, примыкающая к внутренней продольной перегородке, выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении его допустимой угловой скорости с полым направляющим аппаратом.
2. Ветродвигатель по п.1, отличающийся тем, что полый направляющий аппарат в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность, имеющую единый центр с ветроколесом, конфузорная часть полого направляющего аппарата выполнена более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть.
3. Ветродвигатель по п.1, отличающийся тем, что регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси Г-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположен груз, а на горизонтальном плече жестко укреплен фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью полого направляющего аппарата.

5 5

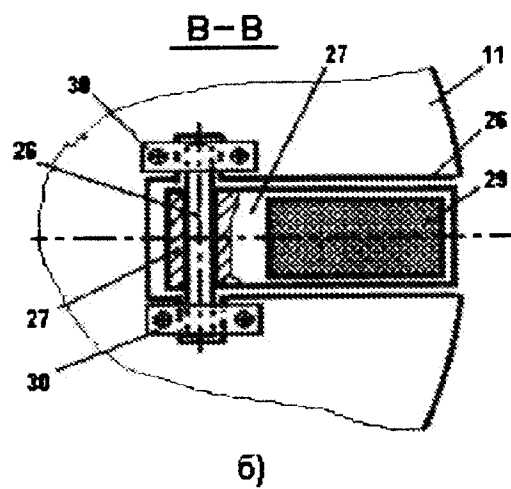
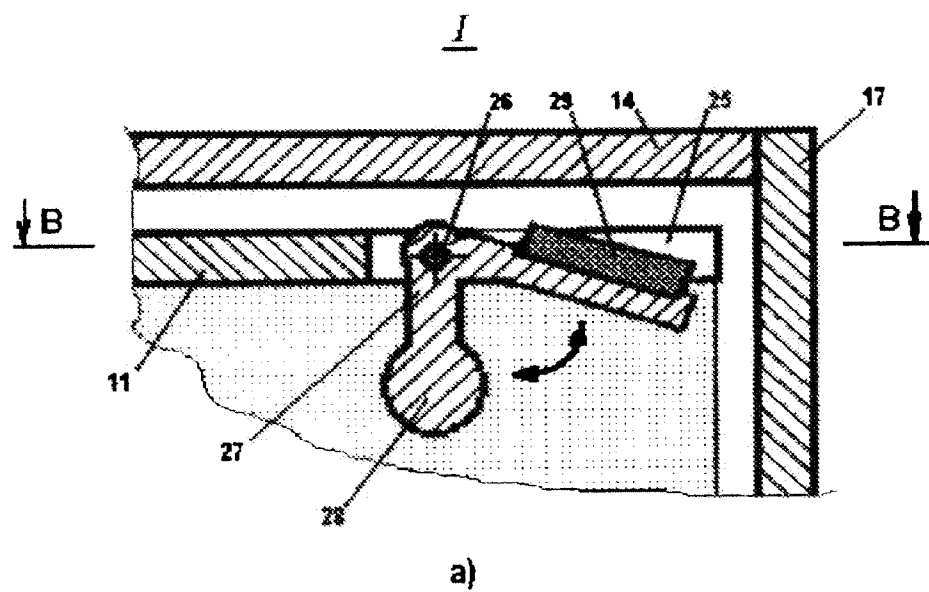
6 0

RU 2166665 C1



Фиг.2

RU 2166665 C1



Фиг. 3